

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ С ГИДРОПРИВОДОМ****Абрамова Л. Н.**

Рассмотрены конструктивные способы повышения точности металлургического оборудования путем уменьшения зазоров в цилиндрических направляющих скольжения и качения. Это возможно в автоматическом и ручном режиме после изготовления машины и в процессе ее эксплуатации, продлевая время работы машины с высокой точностью. Ручной режим основан на клиновых механизмах, автоматический режим основан на гидравлических механизмах. Для малорасходных гидросистем разработаны регуляторы давления, обеспечивающие регулирование давления в автоматическом режиме. Применение таких регуляторов давления значительно упрощают конструкцию системы, уменьшают количество входящих деталей и повышает КПД.

Розглянути конструктивні способи підвищення точності металургійного обладнання шляхом зменшення зазорів у циліндричних направляючих ковзання й качення. Це можливо в автоматичному й ручному режимах після виготовлення машини й у процесі її експлуатації, продовжуючи час роботи машини з високою точністю. Ручний режим засновано на клинових механізмах, автоматичний режим засновано на гідравлічних механізмах. Для маловитратних гідросистем розроблені регулятори тиску, що забезпечують регулювання тиску в автоматичному режимі. Застосування таких регуляторів тиску значно спрощують конструкцію системи, зменшують кількість вхідних деталей і підвищує ККД.

The constructive ways of increasing the accuracy of metallurgical equipment by reduction clearance in cylindrical directing slides and swings are considered. This is possible in automatic and manual mode after fabrication of the machine and in process of its usages, prolonging time of the working the machine with pinpoint accuracy. The manual mode is grounded on wedge mechanism, automatic mode is grounded on hydraulic mechanism. For little expense hydraulics regulators of the pressure are designed, providing regulation of the pressure in automatic mode. Using such regulator pressures vastly simplifies the design of the system, reduce the amount entering details and raises coefficient of efficiency

Абрамова Л. Н.

канд. техн. наук, доц. кафедры ОПМ ДГМА
okmm@dgma.donetsk.ua

УДК 621.73.06-52

Абрамова Л. Н.

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ГИДРОПРИВОДОМ

Точность работы металлургических машин (ММ) с гидроприводом является их основным оценочным критерием. Точность характеризует отклонение полученного технологического действия от идеальных требований в пределах допусков, обусловленных технологическим процессом. Понятие точность машины включает погрешности размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, погрешности, зависящие от динамических, термических и других воздействий, возникающих в процессе обработки детали на станке. Выработаны основные направления повышения точности ММ, среди которых выделим:

- повышение точности изготовления и сборки ММ или применение компоновок конструкций с уменьшением чувствительности к изготовлению и сборке;
- уменьшение погрешностей, вызываемых рабочими силами при обработке, снижение упругих и температурных деформаций, повышения динамического качества;
- повышение точности коррекционными и автоматическими устройствами, в том числе использование компенсации погрешностей с помощью систем программного управления (ПУ), систем обратной связи, активного контроля;
- снижения погрешностей, возникающих в процессе эксплуатации ММ путем снижения трения в подвижных соединениях, повышение износостойкости, обеспечения стабильности формы базовых деталей, особенно в их поперечном сечении.

К этим известным и широко применяемым направлениям повышения точности ММ можно добавить конструктивные способы повышения точности путем обеспечения возможности проводить регулировку зазоров в направляющих, гидрооборудовании ММ и других машин [1]. Наибольший эффект может быть получен при регулировании цилиндрических направляющих ММ поскольку точность оборудования влияет на точность деталей машин, изготавливаемых в процессе их производства.

Если доработать конструктивные схемы существующих цилиндрических направляющих ММ, снабдив их регулируемыми втулками специальной конструкции [1], то может быть получен эффективный способ регулирования зазоров в оборудовании.

Зазоры в цилиндрических направляющих определены при изготовлении узлов ММ и за счет износа при их эксплуатации. Особенно эффективно гидравлическое автоматическое регулирование зазоров, что целесообразно осуществлять на ММ с гидроприводом [2].

Целью данной работы является обоснование и рассмотрение возможных конструктивных способов, которые могут обеспечить снижение зазоров в цилиндрических направляющих ММ в процессе их работы.

Объемный гидравлический привод широко применяется в ММ. Его преимущества, по сравнению с другими типами приводов, очевидны: плавность и равномерность движения рабочих органов; возможность получения больших передаточных отношений; возможность бесступенчатого регулирования скоростей в широком диапазоне; простота преобразования вращательного движения в возвратно – поступательное и возвратно – поворотное; малый момент инерции, обеспечивающий быстрое реверсирование; легкость стандартизации и унификации основных элементов; небольшие габаритные размеры и масса гидрооборудования; высокий КПД; быстрота передачи командных импульсов; простота предохранительных устройств и их высокая надежность; легкость управления и регулирования; самосмазываемость гидрооборудования рабочей жидкостью; возможность получения больших сил и скоростей и т. д.

Одним из основных и наиболее распространенных элементов объемного гидропривода ММ являются силовые гидроцилиндры и гидродвигатели, позволяющие без кинематических преобразований получить прямолинейное и вращательное движения [3, 4]. Конструкции гидроцилиндров отличаются простотой и компактностью и тесно взаимосвязаны с рабочими органами машин и механизмов.

Несмотря на наличие серийного производства унифицированных и типизированных силовых гидроцилиндров и технологические сложности их изготовления, нередко разработчики гидроприводов для ММ занимаются проектированием новых конструкций силовых гидроцилиндров, в целях повышения технико-экономических показателей своей продукции.

При проектировании ММ чаще применяют отработанные, серийно выпускаемые гидроцилиндры. В Украине силовые гидроцилиндры выпускаются отдельными заводами для собственного производства, серийного выпуска гидроцилиндров нет.

Схема разработанного для ММ регулируемого щелевого направляющего устройства с системой управления для штока гидроцилиндра показана на рис. 1 а, б.

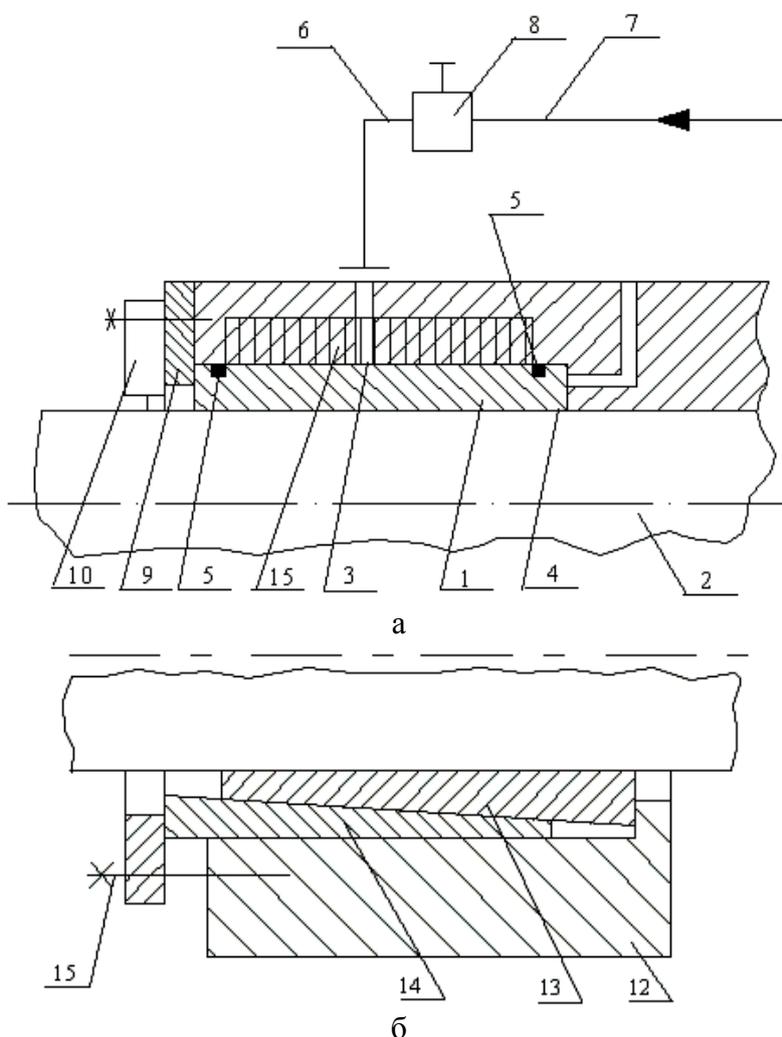


Рис. 1. Схема регулируемой направляющей ММ:

а – с автоматической регулировкой; б – с ручной регулировкой; 1 – втулка направляющая; 2 – подвижная деталь ММ; 3 – наружная поверхность втулки 1; 4 – внутренняя поверхность втулки 1; 5 – неподвижные уплотнения; 6 – гидролиния; 7 – источник давления; 8 – регулятор давления; 9 – фланец; 10 – датчик перекоса подвижной детали 2; 11 – эпюра давления в щели 3; 12 – корпус; 13 – направляющая клиновидная втулка; 14 – регулирующая втулка; 15 – шпильки

Щелевое направляющее устройство состоит из втулки – направляющей 1, размещенной на подвижной цилиндрической детали 2 и образующей два концентричных зазора – щели 3 и 4. На концах втулки-направляющей 1 размещены неподвижные уплотнения 5, герметизирующие щель 3, которая гидролинией 6 соединена с источником давления 7, а на линии 6 установлен регулятор давления 8. На корпусе 12 размещен фланец 9 с датчиком перекоса 10.

Принцип работы щелевого направляющего устройства состоит в том, что при появлении перекосов цилиндрической детали 2, сигнал от датчика перекосов 10 подается на регулятор давления 8, который повышает давление в щели 3. Более высокое давление в щели 3 вызывает деформацию втулки 1 и изменение радиальной величины зазора в щели 4, что приводит к устранению перекосов подвижной детали 2. Датчик перекосов 10, при отсутствии перекосов, смещений детали 2 поддерживает с помощью регулятора давления 8 одинаковый уровень щели 3 и постоянство зазора в щели 4 и только изменение (увеличение) зазора в щели 4 приводит к автоматическому срабатыванию датчика 10 и соответственно регулятора 8.

На рис. 1, б показана схема устройства ручной регулировки зазоров в цилиндрических направляющих ММ. Устройство состоит из цилиндрической подвижной детали 2, которая охватывается направляющей клиновой втулкой 13, внешний клин которой контактирует с ответным внутренним клином на втулке 14, размещенной в корпусе 12. Торец втулки 14 контактирует с фланцем 9, на котором размещен датчик перекоса 10. При наличии перекоса, радиальных смещений детали 2, датчик 10 дает сигнал на пульт управления машины о наличии недопустимых зазоров в щели 4 между деталью 2 и втулкой 13. По этому сигналу рабочий, вручную подтягивает шпильки 15, которые фланцем 10 смещают втулку 14 в корпусе 12 и вызывают обжим втулки 13, что обеспечивает уменьшение зазора в щели 4 и устранение перекосов и смещений детали 2 относительно направляющих 13, 14 корпуса 12. Таким образом, зазоры в цилиндрических направляющих ММ могут поддерживаться на заданном уровне в течение значительного срока эксплуатации.

Подобная регулировка возможна для цилиндрических направляющих скольжения и качения ММ как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Подача регулирующего давления среды на герметичную поверхность втулки, противоположную направляющей поверхности, может производиться от отдельного насоса или любого другого источника давления. Может быть использовано давление, взятое из полости гидроцилиндра машины, от системы смазки или охлаждающей жидкости (СОЖ). При этом среда для регулирования радиальной деформации втулки может быть иной, чем рабочая среда. В качестве рабочей среды в гидропневмосистемах и цилиндрах ММ чаще всего применяются минеральные масла, силиконовые (не горючие) жидкости, вода и водомасляные эмульсии, сжатый воздух и другие газы. В качестве регулирующей среды, обеспечивающей управляемую радиальную деформацию втулки в направлении щели, по которой идет направление деталей машины, может применяться, кроме рабочих сред, густая смазка, гидропласт-масса, эластичные среды (резина, полиуретан и т. п.). Главными требованиями к регулирующей среде являются: простота применения, минимальные утечки, высокая точность поддержания и регулирования зазора в регулирующей щели.

Существующие регуляторы давления жидких и газообразных сред (напорные золотники, редукционные клапаны и т. п.) сложны по конструкции, дорогие, громоздкие, в них самих происходит утечка рабочей среды, что снижает КПД машины. Поэтому в работе [1] разработаны принципиально новые регуляторы давления для малорасходных устройств гидропривода, который применяется в том числе и в ММ.

Известные конструкции регуляторов давления, которые применяются для изменения давления в гидросистеме [4], состоят из корпуса с отверстиями подвода и отвода жидкости с размещенным в расточке корпуса плунжером. Плунжер имеет возможность смещаться относительно корпуса пружиной, а также под действием разницы давления жидкости на его торцовые поверхности, на одной из которых размещен предохранительный клапан, нагруженный пружиной, которая смещается резьбовой парой с ручным приводом [4].

Такой регулятор имеет сложную конструкцию, большое количество деталей, низкий КПД, поскольку для малорасходных устройств поддержка давления сопровождается большими истечениями жидкости высокого давления из-за резкого изменения сечения для прохода жидкости при регулировании давления и неконтролируемыми истечениями через зазоры между корпусом и плунжером (золотником) регулятора.

Система регулировки давления в автоматическом режиме относится к малорасходной гидросистеме, поэтому были разработаны более упрощенные, чем существующие регуляторы давления [5].

Упрощена конструкция регулятора давления за счет того, что в плунжере выполнены связанные между собой радиальный и осевой каналы, соединенные с малорасходным устройством. Радиальный канал размещен в плунжере между отверстиями подвода и слива жидкости с возможностью отбора жидкости из зазора между ними путем осевого смещения плунжера.

Выполненные в плунжере осевой и радиальный каналы позволяют подавать в малорасходное устройство жидкость с давлением, равным давлению в зазоре между отверстиями рабочего давления и слива, и соответствующим положению радиального канала в плунжере относительно этих отверстий. Такое выполнение регулятора давления значительно упрощает его конструкцию, уменьшает количество деталей и повышает КПД за счет уменьшения общего истечения. Конструкция регулятора давления для малорасходного устройства приведена на рис. 2 [5].

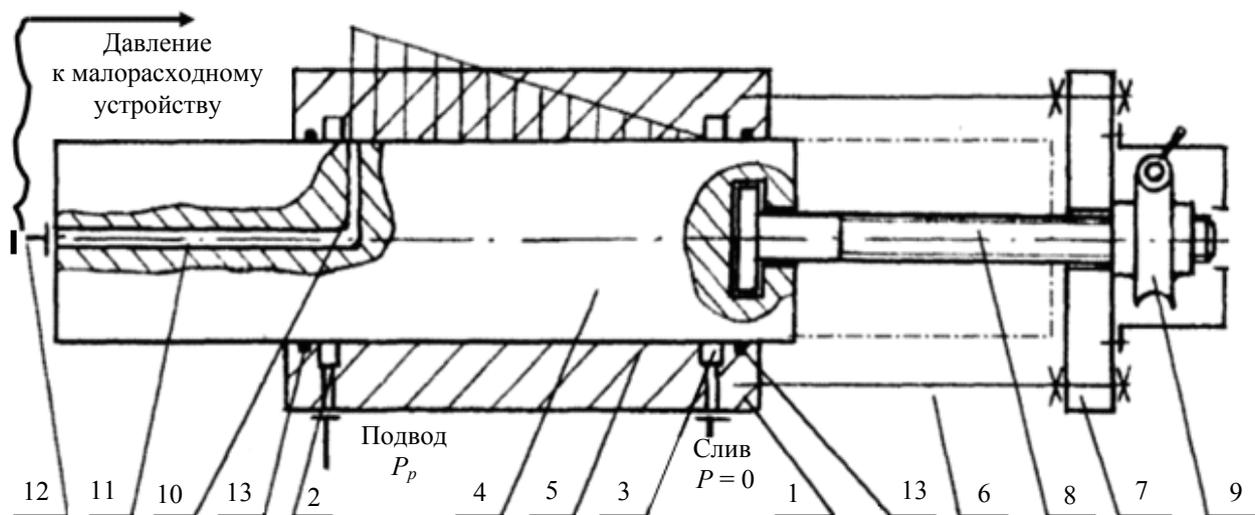


Рис. 2. Регулятор давления для малорасходных устройств

Регулятор давления (рис. 2) состоит из корпуса 1 с отверстием 2 подвода жидкости и отверстием 3 слива жидкости, а также плунжера 4, размещенного в корпусе 1 с зазором 5. С корпусом 1 жестко соединен, например, шпильками 6 фланец 7, образующий резьбовую пару со стержнем 8, который связан шарнирно с плунжером 4 и может приводиться во вращение вручную, или электромеханическим приводом 9. В плунжере 4 выполнены связанные между собой радиальный 10 и осевой 11 каналы, соединенные гидролинией 12 с малорасходным устройством (на рис. 2 не показано). Плунжер 4 уплотнен с корпусом 1 на его краях уплотнениями 13.

Работает регулятор давления таким образом. При подаче давления жидкости через подвод P_p в отверстие 2 корпуса 1 по зазору 5 происходит ее протекание к отверстию 3 и через отвод $P = 0$ на слив, например, в бак. В зазоре 5 устанавливается перепад давления от P_p до $P = 0$ по форме эпюры давления, близкой к треугольной (показана на рис. 2).

Вращением привода 9 резьбовая пара между стержнем 8 и фланцем 7 смещает плунжер 4 относительно корпуса 1, обеспечивая тем самым смещение радиального канала 10 вдоль зазора 5. При этом в каналах 10 и 11 и связанной с ними гидролинии 12, малорасходного устройства устанавливается давление жидкости, соответствующее высоте треугольника эпюры давления в месте положения канала 10. При изменении давления от датчика включается электромеханический привод 9 и смещает плунжер 4 с каналом 10 в соответствующую сторону.

Применение электромеханического привода регулятора давления усложняет эксплуатацию аппарата. Необходимо датчик утечек снабжать специальным устройством, преобразующим изменение потока жидкости (утечек) в электрический сигнал, которым управляется электропривод регулятора давления. Возможно, необходимо усиление этого сигнала. Кроме того, в регуляторе давления отсутствует обратная связь по давлению жидкости, что, в целом, не характерно для подобной аппаратуры.

Осевое смещение плунжера 4 относительно корпуса 1 при необходимости может проводиться и вручную. В таком случае возможен переход от ручного режима в автоматический и наоборот.

Ручной режим может быть реализован как клиновыми механизмами, так и гидравлическими регуляторами. Более простые в реализации – клиновые регуляторы, которые можно рекомендовать при текущих ремонтах металлургических машин. Автоматические, гидравлические регуляторы целесообразно применять при модернизации металлургических машин и в других машинах с гидроприводом, с применением различных сред для регулирования [6].

ВЫВОДЫ

Выработаны основные направления повышения точности работы металлургических машин с гидроприводом.

Разработаны конструктивные способы повышения точности металлургического оборудования с гидроприводом за счет снижения зазоров в цилиндрических направляющих скольжения и качения. Наличие гидропривода на машине позволяет проводить регулирование зазоров в автоматическом режиме, на различных рабочих средах.

Разработаны устройства для регулирования зазоров в ручном режиме от датчиков перекосов, смещений направляемых деталей ММ при их эксплуатации. Можно рекомендовать в некоторых обоснованных случаях замену направляющих машины на цилиндрические, что возможно при новом проектировании или модернизации ММ. Это связано с более простой регулировкой зазоров в цилиндрических направляющих.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роганов Л. Л. Развитие конструкций целевых втулок-уплотнений для гидросистем прессов и станков / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2001. – С. 42–46.
2. Пат. 32718 Україна, G 05B19/00. Система автоматизованого керування вузлами ущільнень пресів / Л. Л. Роганов, М. Л. Роганов, Л. М. Абрамова, О. С. Рудченко, Т. В. Перова (Україна); заявник і власник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u200800801; заявл. 23.01.2008; опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10. – 2 с.
3. Приводы и их элементы. Рынок продукции: Каталог-справочник / А. Б. Чистяков, Б. М. Парфенов, В. К. Свешиников и др.; под ред. А. Б. Чистякова. – М. : Машиностроение, 1995. – 432 с.
4. Свешиников В. К. Обзор российского рынка гидрооборудования. Гидроцилиндры / В. К. Свешиников // Приводная техника. – 1998. – № 1. – С. 36–40.
5. Пат. 58664 Україна, 7 F16K17/196. Регулятор тиску для мало витратних пристроїв / Роганов Л. Л., Абрамова Л. М. (Україна). – № 2002021640; заявлено 27.02.2002; опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8.
6. Новые целевые уплотнения для гидроцилиндров металлургического и горнорудного оборудования / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова, Е. А. Еремкин // Перспективы развития горно-металлургического комплекса: материалы международной научно-практической конференции. – Краматорск : НКМЗ, 2004. – С. 92–93.

Статья поступила в редакцию 01.11.2011 г.